

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/NO04/000360

International filing date: 24 November 2004 (24.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: NO  
Number: 20035513  
Filing date: 11 December 2003 (11.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 11 February 2005 (11.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



KONGERIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*

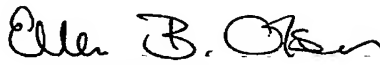


20035513

► Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 2003.12.11

► *It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 2003.12.11*

2005.01.19

  
Ellen B. Olsen  
Saksbehandler



## Søknad om patent

Derig utfylt skjema sendes til adressen nedenfor. Vennligst ikke heft sammen sidene.  
i ber om at blankettene utfylles maskinelt eller ved bruk av blokkbokstaver. Skjema for  
utfylling på datamaskin kan lastes ned fra [www.patentstyret.no](http://www.patentstyret.no).

Søker Den som søker om patent blir også innehaver av en eventuell rettighet. Må fylles ut!

Foretakets navn (fornavn hvis søker er person):

Consept AS

Etternavn (hvis søker er person):

Alm. tilgj. 13 JUN 2005

☐ Kryss av hvis søker tidligere har vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Sluppenv. 12E

Postboks 6161

Postnummer:

7435

Poststed:

Trondheim

Land:

☐ Kryss av hvis flere søkere er angitt i medfølgende skjema eller på eget ark.

☒ Kryss av hvis søker(ne) utfører mindre enn 20 årsverk (se veiledning).

☐ Kryss av hvis det er vedlagt erklæring om at patentsøker(ne) innehar retten til oppfinnelsen.

Kontaktinfo Hvem skal Patentstyret henvende seg til? Oppgi telefonnummer og eventuell referanse.

Fornavn til kontaktperson for fullmektig eller søker:

Per

Etternavn:

Berg

Telefon:

Referanse (maks. 30 tegn):

☐ Evt. adresse til kontaktperson:

Postnummer:

Poststed:

Land:

Fullmektig Hvis du ikke har oppnevnt en fullmektig, kan du gå til neste punkt.

Foretakets navn (fornavn hvis fullmektig er person):

CURO AS

Etternavn (hvis fullmektig er person):

☐ Kryss av hvis fullmektig tidligere har vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Postboks 38

Postnummer:

7231

Poststed:

Lundamo

Land:

Oppfinner Oppfinneren skal alltid oppgis, selv om oppfinner og søker er samme person.

Oppfinnerens fornavn:

Bjørn

Etternavn:

Christiansen

☐ Kryss av hvis oppfinner tidligere har vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Porsmyra 17

Postnummer:

7091

Poststed:

Trondheim Tiller

Land:

☒ Kryss av hvis flere oppfinnere er angitt i medfølgende skjema eller på eget ark.

## ADRESSE

Postboks 8160 Dep.  
Københavngaten 10  
0033 Oslo

## TELEFON

22 38 73 00

## TELEFAKS

22 38 73 01

## BANKGIRO

8276.01.00192

## ORGANISASJONSNR.

971526157 MVA



**PATENTSTYRET**  
Styret for det industrielle rettsvern

SØKNAD s. 1 av 2

FLERE SØKERE

FLERE OPPFINNERE

PRIORITETER

VEILEDNING



søknad om patent

SØKNAD s. 2 av 2

**Tittel** Gi en kort benevnelse eller tittel for oppfinnelsen (ikke over 256 tegn, inkludert mellomrom).

Tittel:

Flotasjonsseparator

**PCT** Fylles bare ut hvis denne søknaden er en videreføring av en tidligere innlevert internasjonal søknad (PCT).

Inngivelsesdato (åååå.mm.dd):

Søknadsnummer:

PCT-søknadens dato og nummer:

PCT

/

**Prioritetskrav** Hvis du ikke har søkt om denne oppfinnelsen tidligere (i et annet land eller i Norge) kan du gå videre til neste punkt.

**Prioritet kreves på grunnlag av tidligere innlevert søknad i Norge eller utlandet:**

Inngivelsesdato (åååå.mm.dd):

Landkode:

Søknadsnummer:

Opplysninger om tidligere søknad. Ved flere krav skal tidligste prioritet angis her:

☐ Flere prioritetskrav er angitt i medfølgende skjema, eller på eget ark.

**Mikroorganisme** Fylles bare ut hvis oppfinnelsen omfatter en mikroorganisme.

**Søknaden omfatter en kultur av mikroorganisme. Deponeringssted og nummer må oppgis:**

Deponeringssted og nummer (benytt gjerne eget ark).

☐ Prøve av kulturen skal bare utleveres til en særlig sakkyndig.

**Avdelt/utskilt** Hvis du ikke har søkt om patent i Norge tidligere, kan du gå videre til neste punkt.

**Søknaden er avdelt eller utskilt fra tidligere levert søknad i Norge:**

☐ Avdelt søknad

Dato (åååå.mm.dd):

Søknadsnummer:

☐ Utskilt søknad

Informasjon om opprinnelig søknad/innsendt tilleggsmateriale

**Annet**

☐ Søknaden er også levert per telefaks.

Oppgi dato (åååå.mm.dd):

☐ Jeg har bedt om forundersøkelse.

Oppgi nr (årstall - nummer - bokstav):

**Vedlegg** Angi hvilken dokumentasjon av oppfinnelsen du legger ved, samt andre vedlegg.

☒ Eventuelle tegninger i to eksemplarer

Oppgi antall tegninger: 8

☒ Beskrivelse av oppfinnelsen i to eksemplarer

☒ Patentkrav i to eksemplarer

☐ Fullmaktsdokument(er)

☒ Sammendrag på norsk i to eksemplarer

☐ Overdragelsesdokument(er)

☐ Dokumentasjon av eventuelle prioritetskrav (prioritetsbevis)

☐ Erklæring om retten til oppfinnelsen

☐ Oversettelse av internasjonal søknad i to eksemplarer (kun hvis PCT-felt over er fylt ut)

**Dato/underskrift** Sjekk at du har fylt ut punktene under «Søker», «Oppfinner» og «Vedlegg». Signer søknaden:

Sted og dato (blokkbokstaver):

Lundamo, 10. desember 2003

Navn i blokkbokstaver:

Reiel Folven

Signatur:

**NB!** Søknadsavgiften vil bli fakturert for alle søknader (dvs. at søknadsavgiften ikke skal følge søknaden).

Betalingsfrist er ca: 1 måned, se faktura.



**PATENTSTYRET®**  
Styret for det industrielle rettsvern

1b  
PATENTSTYRET

03-12-11\*20035513

Tittel:

Flotasjonsseparator

Søker:

ConSepT AS  
Postboks 6161  
7435 Trondheim

Oppfinnere

Bjørn Christiansen  
Porsmyra 17  
7091 Trondheim

Knut Sveberg  
Nordslettveien 8 C  
7038 Trondheim

Inge Hjelkrem  
Elgesetergate 58 A  
7030 Trondheim

Dag Kvamsdal  
Nedre Bakklandet 26 C  
7012 Trondheim

Foreliggende oppfinnelse angår utskilling av væskedråper og/eller partikulært materiale fra en væskestrøm, spesielt i en produksjonssituasjon av olje og gass.

### Bakgrunn

Ved produksjon av olje og gass fra et underjordisk eller undersjøisk reservoar vil brønnstrømmen stort sett alltid inneholde både olje, gass, vann og litt sand. Det arrangeres av den grunn et mottaksanlegg for brønnstrømmen som har som formål å skille de ulike fasene fra hverandre. Dette gjøres i flere trinn hvor "grovseparasjonen" av de ulike fasene skjer ved bruk av gravitasjonskraften alene og hvor "finrensingen" av de enkelte fasene benytter ulike teknologier som i hovedsak utnytter sentrifugalkrefter og gravitasjonskraften eller en kombinasjon av disse. En svært vanlig problemstilling er å fjerne oljedråper fra vannfasen før denne slippes til sjø. I denne forbindelse er oljeinnholdet i vannet lavt, fortrinnsvis mindre enn 0.1 vol% av hele volumstrømmen. Gassflotasjon representerer en vanlig separasjonsteknikk til dette formål, gjerne arrangert som et siste trinn nedstrøms vannrensesykloner. Gassflotasjon innebærer at en tilsetter gass til vannet, eventuelt utnytter allerede tilstedeværende gass i vannet, og fører blandingen inneholdende den kontinuerlige vannfasen, dispergerte oljedråper og dispergerte gassbobler ned i vannsonen til en lukket tank som er delvis vannfylt, dvs at det ligger en gasskappe over vannoverflaten. Da tetthetsforskjellen mellom vannet og gassen er mye større enn tetthetsforskjellen mellom vannet og oljen vil gassboblene mye lettere stige til overflaten. I vaken bak de stigende gassboblene vil vann og oljedråper bli transportert oppover i vannet opp til overflaten hvor oljedråpene koaleserer og etter hvert danner et kontinuerlig oljesjikt. Oljedråpene har også en direkte tiltrekning til gassboblene slik at oljedråpene "hefter" seg på gassboblene og blir således transportert til overflaten. Oljesjiktet kan fjernes kontinuerlig eller periodevis ved å la oljesjiktet strømme i et overløp og føres ut av tanken i en egen rørstuss. Det rensede vannet føres ut av tanken via en rørstuss arrangert i bunnen av tanken mens gassen føres ut via en rørstuss arrangert i toppen av tanken.

I forbindelse med rensing av produsertvann fra brønnstrøm vil det være oppløste hydrokarbongasser i vannet som frigjøres etter hvert som trykket senkes. Tanken har således også som funksjon å separere denne gassen i tillegg til å fjerne oljedråper. Slike tanker omtales som avgassingstanker innen olje- og gass bransjen. I de tilfeller hvor det ikke er oppløst tilstrekkelig mengder gass til å oppnå den ønskede flotasjonseffekt, er det mest vanlig å tilsette ytterligere mengder hydrokarbongass eller nitrogen.

Gassflotasjon anvendes også til å separere partikulært materiale fra en væskefase. De mest vanlige anvendelser finner en innen gruvedrift hvor en ønsker å rense støvpartikler fra vann samt innen kommunal renseteknikk hvor en ønsker å fjerne finpartikulært materiale. Felles for anvendelsene er at partiklene enten er for små eller har for liten tetthet relativt væsken til at de separerer ut ved hjelp

av gravitasjonskraften alene. I dette tilfellet tilsettes i tillegg til flotasjonsgass et skumgenererende kjemikalie slik at det partikulære materialet bindes opp i et skumlag som ligger oppe på væskeoverflaten. Skumlaget i sin tur fjernes periodevis med en mekanisk innretning. I en slik anvendelse kan selve flotasjonsseparatoren være representert av en åpen tank eller et åpent basseng og ikke en lukket tank som anvendes i forbindelse med hydrokarbonsystemer. Flotasjonsgassen vil i et åpent system kunne være luft, nitrogen, oksygen eller en annen gass som ikke er skadelig for miljøet.

I den senere tid er det blitt tatt i bruk flotasjons teknologi som anvender sentrifugalkrefter i kombinasjon med gravitasjonskraften for kombinert fjerning av gass og oljedråper fra produsertvann i forbindelse med olje- og gassproduksjon. Norsk patentsøknad NO 20031021 omtaler en slik flotasjonsseparator hvor den innstrømmende blanding føres inn i tanken via en tangentielt anordnet innløpstuss slik at det settes opp en roterende strømning inne i tanken. Rotasjonen fører til at det innkommende fluid påtrykkes en sentrifugalkraft i tillegg til gravitasjonskraften. For å balansere sentrifugal kraften vil det etableres en trykkgradient i radiell retning hvor trykket er lavest i tankens senterområde. Gassboblene vil således trekkes inn mot tankens senterområde hvor de vil konsentreres og stige vertikalt oppover som følge av gravitasjonskraften. Flotasjons effekten av dispergerte oljedråper vil være den samme som forklart tidligere for konvensjonelle tanker. En begrensning ved en slik flotasjonsmetode er at hele tanken anvendes for å oppnå en sykloneffekt. I og med at sentrifugalkraften som oppnåes er invers proporsjonal med tankens diameter, så er det begrenset hvor stor tanken kan være og således begrenset hvor stor væskemengde som kan behandles per tank. Lavere sentrifugalkraft kan kompenseres med en lengre oppholdstid, men også dette begrenser mengden væske som kan behandles per tank.

Bruk av innløpssykloner i separatorer er velkjent teknologi i forbindelse med separasjon av gasser fra væsker og er bla beskrevet i GB patent 2329857 og internasjonal søknad nr PCT /GB98/03453 (publikasjonsnummer WO 99/25454). Formålet med innløpssykloner er å umiddelbart separere gass og væske når blandingen føres inn i tanken. Innløpssykloner har ett innløp som kommuniserer med tankens innløpstuss, ett væskeutløp som fører separert væsken ned i tankens væskeseksjon og ett gassutløp som fører separert gass opp i tankens gass seksjon.

I det etterfølgende anvendes begrepet flotasjonsseparator til å beskrive alle typer separatorer som har det formål å fjerne en dispergert væskefase eller partikulært materiale fra en kontinuerlig væskefase, fortrinnsvis vann, hvor enten oppløst gass og/eller tilsatt gass anvendes til å gi den ønskede flotasjonseffekt.

#### Formål

Formål ved foreliggende oppfinnelse å komme frem til et innløpssyklonarrangement egnet for

installasjon i eksisterende og nye flotasjonsseparatorer som utnytter sentrifugalkrefter til å gi en bedre separasjonseffektivitet og større kapasitet enn dagens teknologi uten å introdusere nye operasjonelle problemer eller begrensninger som følger med anvendelse av sykkloner av kjent teknologi.

## 5 Oppfinnelsen

Foreliggende oppfinnelse angår en flotasjonsseparator for fjerning av en dispergert væskefase og/eller partikulært materiale fra en væskestrøm, og er kjennetegnet ved de trekk som er definert i patentkrav 1. Foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen fremgår av de uselvstendige patentkrav.

10 Flotasjonsseparatoren ifølge oppfinnelsen består av en åpen eller lukket tank hvor det er arrangert en eller flere innløpsstusser og et distribusjonssystem som føder det innkomne fluid bestående av en kontinuerlig væskefase, fri gass og en dispergert væske og/eller partikulært materiale til en eller flere parallelt anordnede sykkloner som under bruk vil være omgitt av den kontinuerlige væskefasen inne i tanken. Hver syklon har ett innløp og to utløp, hvor det ene utløpet er arrangert i bunnen av sykklonen for å føde ut den separerte kontinuerlige væskefase og det andre utløpet er arrangerer i 15 toppen av sykklonen for å føde ut den dispergerte fase sammen med flotasjonsgassen. I motsetning til innløpssykkloner av kjent teknologi, som anvendes til gass/væske separasjon og er kjennetegnet ved at utløpet på toppen av sykklonen kommuniserer med en gasskappe over den fri væskeoverflate, er utløpet på toppen av sykklonen i henhold til oppfinnelsen anordnet på et vertikalt nivå som under bruk vil være dykket i eller omgitt av den kontinuerlige væskefasen.

20 Når det i den etterfølgende nærmere beskrivelse av oppfinnelsen er angitt "under væskeoverflaten", så menes det under overflaten av et oppsamlet volum av den kontinuerlige væskefase. Tilsvarende hvor det er angitt "dykket i væskefasen", menes det dykket i et oppsamlet volum av den kontinuerlige væskefase.

25 Sykklonen(e) har et virveldannende innløp som setter det innkomne fluid i rotasjon slik at de innkommende fluider påtrykkes en sentrifugalkraft i tillegg til gravitasjonskraften. Som følge av sentrifugalkraften vil det etableres en trykkgradient i radiell retning, slik at trykket er lavest i sykklonen senterområde. Gassboblene vil således trekkes inn mot sykklonen senterområde hvor de vil konsentreres og som følge av gravitasjonskraften stige vertikalt oppover og ut igjennom sykklonen topputløp og videre gjennom væskevolumet over sykklonen(e) inntil de når den fri 30 væskeoverflate hvor gassboblene frigjøres eller alternativt om tanken er helt væskefylt; hvor gassboblene føres ut av tanken gjennom en rørstuss sammen med den dispergerte fase og deler av den kontinuerlige væskefase. I vaken bak gassboblene vil det settes opp en radiell- og oppadgående strømming som bidrar til å transportere den dispergerte fasen inn mot sykklonen senter og ut igjennom sykklonen topputløp og videre til den fri væskeoverflate hvor den dispergerte fasen 35 konsentreres og etter hvert danner et kontinuerlig sjikt eller alternativt om tanken er helt væskefylt;



- hvor den dispergerte fasen føres ut av tanken gjennom en rørstuss sammen med gassen og deler av den kontinuerlige væskefase. Den dispergerte fasen har også en direkte tiltrekning til gassboblene slik at dråpene/partiklene "hefter" seg på gassboblene og således blir transportert med gassboblene. Sjøktet med den dispergerte fasen kan fjernes kontinuerlig eller periodevis ved å la det konsentrerte
- 5 sjøktet med den dispergerte fasen fødes kontinuerlig ut av tanken i en egen rørstuss sammen med deler av den kontinuerlige væskefasen. Gassen føres ut av tanken i en egen rørstuss arrangert i toppen av tanken. Den konsentrerte dispergerte fasen kan alternativt føres ut av tanken sammen med gassen i en felles rørstuss. Det rensede vannet føres ut av flotasjonsseparatoren via en rørstuss arrangert i bunnen av tanken.
- 10 En kan betrakte væskevolumet i flotasjonsseparatoren som delt i to seksjoner som er helt eller delvis adskilt ved syklonenes topputløp, hvor den nederste væskeseksjonen samler væsken fra syklonenes nedre utløp mens den øverste væskeseksjonen er mer stillestående og anvendes til flotasjon av den oppkonsentrerte dispergerte fase som strømmer ut av syklonenes topputløp.
- I det følgende er oppfinnelsen beskrevet nærmere, idet også anvendelser ifølge tidligere kjent
- 15 teknikk for sammenlignings skyld er nærmere beskrevet under henvisning til figurer. Etterfølgende eksempler er illustrert med en vertikal- og horisontal anordnet tank, men forøvrig kan enhver utførelse av tanken anvendes som for eksempel kuleformet, rektangulær eller en tank i form av et åpent kar.
- Etterfølgende diskusjon tar videre utgangspunkt i en flotasjonsseparator anvendt i forbindelse med
- 20 rensing og avgassing av produsertvann, men kan forøvrig anvendes til å fjerne en hvilken som helst dispergert væskefraksjon eller partikulært materiale fra en kontinuerlig væskefase hvor det tilsettes flotasjongass eller at det allerede er tilstede oppløst gass i væsken.

### Figurer

- Fig. 1 viser skjematisk en planskisse av en tidligere kjent flotasjon separator,
- 25 Fig. 2 viser skjematisk en planskisse av en tidligere kjent flotasjon syklonseparator hvor den innkomne blanding settes i rotasjon,
- Fig. 3 viser skjematisk en planskisse av en tidligere kjent gass/væske separator med sykloninnløp hvor både syklonens innløp og gassutløp er arrangert over en fri væskeoverflate,
- Fig. 4 viser skjematisk en planskisse av en tidligere kjent gass/væske separator med sykloninnløp
- 30 hvor syklonens innløp er dykket under en fri væskeoverflate, men hvor gassutløp 17 er arrangert over væskeoverflaten,
- Fig. 5 viser skjematisk et første eksempel ifølge oppfinnelsen av en flotasjonsseparator med sykloninnløp hvor utløpene 16 og 17 er dykket under væskeoverflaten,
- Fig. 6 viser skjematisk et andre eksempel ifølge oppfinnelsen av en flotasjonsseparator med flere
- 35 sykloninnløparrangert i parallell hvor utløpene 16 og 17 er dykket under væskeoverflaten,

Fig. 7 viser skjematisk et tredje eksempel ifølge oppfinnelsen av en flotasjonsseparator med flere sykloninnløparrangert i parallell hvor utløpene 16 og 17 er dykket i væskefasen og hvor den separerte dispergerte fase føres ut i et felles utløp sammen med gassen og deler av den kontinuerlige væskefase,

5 Fig. 8 viser skjematisk et fjerde eksempel ifølge oppfinnelsen av en horisontal anordnet flotasjonsseparator med flere sykloninnløparrangert i parallell hvor utløpene 16 og 17 er dykket i væskefasen,

Figur 1 viser en flotasjonsseparator ifølge kjent teknikk hvor innstrømmende blanding føres inn i tanken 1 gjennom en innløpsstuss 2 og videre ned i tankens 1 vannseksjon 8 via et rør 6 og en  
10 perforert utløpsseksjon 7 som sprer blandingen i tankens 1 horisontale tverrsnitt. Gassboblene vil således stige vertikalt gjennom tankens vannseksjon 8 til de når den fri vannoverflate 11 hvor gassboblene blir avgitt til tankens 1 gassseksjon 9. I vaken bak de stigende gassboblene vil vann og oljedråper bli transportert oppover i tankens vannseksjon 8 opp til overflaten 11 hvor oljedråpene  
15 koaleserer og etter hvert danner et konsentrert oljesjikt 10. Oljedråpene har også en direkte tiltrekning til gassboblene slik at oljedråpene "hefter" seg på gassboblene og blir således transportert til overflaten 11. Oljesjiktet 10 som bygger seg opp på den fri overflate 11 kan fjernes kontinuerlig eller periodevis ved å la oljesjiktet 10 strømme i et overløp 12 og føres ut av tanken i et eget utløp 5. Det rensede vannet føres ut av tanken via en rørstuss 3 arrangert i bunn av tanken 1 mens gassen føres ut via en rørstuss 4 arrangert i toppen av tanken 1.

20 Figur 2 viser en flotasjonsseparator ifølge kjent teknikk hvor innstrømmende fluid føres inn i tanken 1 via en tangentielt anordnet innløpsstuss 2 slik at det settes opp en roterende strømning inne tanken 1. Rotasjonen fører til at det innkommende fluid påtrykkes en sentrifugalkraft i tillegg til gravitasjonskraften. For å balansere sentrifugal kraften vil det etableres en trykkgradient i radiell retning hvor trykket er lavest i tankens 1 senterområde. Gassboblene vil således trekkes inn mot  
25 tankens senterområde hvor de vil konsentreres og stige vertikalt oppover som følge av gravitasjonskraften. Flotasjonseffekten av dispergerte oljedråper vil være den samme som forklart tidligere for konvensjonelle tanker.

Det konsentrerte oljesjiktet føres ut sammen med gassen og deler av vannet i en felles rørstuss 4. Det rensede vannet føres ut av tanken via en rørstuss 3 arrangert i bunn av tanken 1. En begrensning  
30 ved en slik flotasjonsmetode er at hele tanken 1 anvendes for å oppnå en sykloneffekt. I og med at sentrifugalkraften som oppnåes er invers proporsjonal med tankens diameter, så er det begrenset hvor stor tanken kan være og således begrenset hvor stor vannmengde som kan behandles per tank. Lavere sentrifugalkraft kan kompenseres med en lengre oppholdstid, men også dette begrenser mengden vann som kan behandles per tank.

35 Figur 3 viser ifølge kjent teknikk bruk av innløpssyklon i separator som anvendes til separasjon av

gass og væske uten bruk av flotasjon. Formålet med innløpsyklonen er å umiddelbart separere gass og væske når blandingen føres inn i tanken 1. Innløpscyclonen har et virveldannende innløp 14 som via et distribusjonskammer 13 eller kanal kommuniserer med tankens innløpsstuss 2, ett sykklonrør 15, ett væskeutløp 9 som fører separert væsken ned i tankens væskeseksjon 8 og ett gassutløp 17 som fører separert gass opp i tankens gass seksjon 12. Det virveldannende innløp 14, som kan være av hvilken som helst type som for eksempel en eller flere tangentielle porter eller skovler, setter de innkommende fluid og eventuelle partikler i rotasjon inne i sykklonrøret 15 slik at de innkommende fluid påtrykkes en sentrifugalkraft i tillegg til gravitasjonskraften. Som følge av sentrifugalkraften vil det etableres en trykkgradient i radiell retning hvor trykket er lavest i sykklonrørets 15 senterområde. Gassboblene vil således trekkes inn mot sykklonrørets 15 senterområde hvor gassen vil konsentreres og som følge av gravitasjonskraften stige vertikalt oppover og ut igjennom sykklonens topputløp 17 som kommuniserer med tankens 1 gass seksjon 9. I Figur 3 er både tankens innløpsstuss 2, sykklonens distribusjonskammer 13 og sykklonens gassutløp 17 arrangert over den fri væskeoverflate 11. Det er videre i Figur 3 kun vist en sykklon, men det kan like gjerne arrangeres flere sykkloner i parallell.

Figur 4 viser ifølge kjent teknikk en annen utførelsesform av innløpscyclon for bruk i separator som anvendes til separasjon av gass og væske. En slik utførelsesform har den samme funksjon som for sykklonen vist i Figur 3, men i dette tilfellet er både tankens innløpsstuss 2 og sykklonens distribusjonskammer 13 dykket under den fri væskeoverflate 11. Sykklonens gassutløp 17 er imidlertid arrangert over det frie væskespeilet.

Figur 5, 6, 7, og 8 viser ulike utførelsesformer av en flotasjonsseparator ifølge oppfinnelsen som inneholder en eller flere innløpsstusser 2 og ett eller flere distribusjonskammer 13 som leder det eller de innkomne fluidet til en eller flere parallelt anordnede sykklonrør 15 som er dykket i den kontinuerlige vannfase. Om det ikke er tilstrekkelig mengde fri gass naturlig i vannet som skal renses så tilsettes ytterligere flotasjonsgass enten i rørstrekket oppstrøms innløpsstussen 2, gjerne i kombinasjon med tilsettings av kjemikalier som fremmer dråpekoalesens og en mixer som sørger for at flotasjonsgassen og eventuelt kjemikaliene blandes godt inn i vannet som skal renses, eventuelt så tilsettes flotasjonsgassen inne i distribusjonskammeret 13 slik at en bedre er sikret en jevn fordeling av gass til de parallelt anordnede sykklonrørene 15. Hvert sykklonrør 15 har et virveldannende innløp 14 av hvilken som helst type, for eksempel en eller flere tangentielle porter eller skovler, som setter det innkommende fluid i rotasjon inne i sykklonrørene 15. Hvert sykklonrør 15 har to utløp, ett bunnutløp 16 som fører rensset vann ned i tankens vannseksjon 8b under sykklonene og ett topputløp 17 som fører separert gass og oljedråper eventuelt partikulært materiale opp i tankens vannseksjon 8a over sykklonene. Det mest betydelige særtrekk ved oppfinnelsen er således at sykklonenes topputløp 17 under bruk er helt eller delvis dykket i den kontinuerlige vannfase 8. Med delvis dykket menes at det for eksempel er anodnet slisser eller perforeringer 20 på

øvre del av utløpsrør 19 slik som illustrert i Figur 8. Elevasjonen på syklonrørenes topputløp 17 er således definert å være sammenfallende med nedre kant 21 av slissene eller perforeringene 20.

Som følge av rotasjonen inne i syklonrørene 15 påtrykkes det innkommende fluid en sentrifugalkraft i tillegg til gravitasjonskraften. Som følge av sentrifugalkraften vil det etableres en trykkgradient i radiell retning slik at trykket er lavest i syklonrørets 15 senterområde. Gassboblene vil således trekkes inn mot syklonrørets 15 senterområde hvor de vil konsentreres og som følge av gravitasjonskraften stige vertikalt oppover og ut igjennom syklonens topputløp 17 og videre gjennom vannvolumet 8a over syklonens topputløp 17 inntil de når den fri væskeoverflate hvor gassboblene frigjøres.

I vaken bak gassboblene vil det settes opp en radiell- og oppadgående strømming som bidrar til å transportere den dispergerte fasen inn mot syklonens 15 senter og ut igjennom syklonens topputløp 17 og videre til den fri væskeoverflate 11 hvor oljedråpene koaleserer og etter hvert danner et kontinuerlig oljesjikt 10. Det vil således også transporteres en andel av den kontinuerlige vannfasen gjennom syklonrørets 15 topputløp 17. Oljedråpene har også en direkte tiltrekning til gassboblene slik at oljedråpene "hefter" seg på gassboblene og blir således transportert til væskeoverflaten 11. I en foretrukket utførelse av oppfinnelsen føres den dispergerte væskefase i form av olje sammen med en andel av den kontinuerlige vannfase ut av tanken 1 i et eget utløp 5. Det rensede vannet føres ut av tanken 1 via en rørstuss 3 arrangert i bunn av tanken mens gassen føres ut via en rørstuss 4 arrangert i toppen av tanken 1.

Det er fortrunkket å benytte et høyt antall syklonrør 15 i tanken 1 slik som illustrert i Figur 6, 7 og 8 på grunn av følgende forhold;

Det oppnås lang oppholdstid inne i syklonrørene 15 hvor separasjonen i hovedsak finner sted. Flukshastigheten av væske i syklonrørene, definert som den totale væskevolumstrøm dividert på antall sykloner og syklonrørets tverrsnitt, er typisk 0.5 m/s til 1 m/s for anvendelse av sykloner med det primære mål å separere væske og gass. Ved flotasjon av oljedråper og/eller partikulært materiale fra vann er det imidlertid foretrukket å ha en hastighet mindre enn 0,3 m/s, fortrinnsvis mindre enn 0,1 m/s.

I det følgende er den kontinuerlige væskefase også omtalt som vannfasen, mens den dispergerte fase også er omtalt som olje eller oljefasen.

En kan betrakte vannvolumet i flotasjonsseparatoren som delt i to seksjoner som er helt eller delvis atskilt ved toppen av syklonenes distribusjonskammer 13, hvor den nederste vannseksjonen 8b samler vann fra syklonenes nedre utløp 16 mens den øverste vannseksjonen 8a er mer stillestående og anvendes til flotasjon av den oppkonsentrerte dispergerte fase som strømmer ut av syklonenes topputløp 17. Syklonenes distribusjonskammer 13 kan således anvendes til å isolere den øvre

vannseksjonen 8a slik at denne er minimalt påvirket av den tildels betydelige turbulens som finner sted i vannseksjonens nedre del 8b. Det er således foretrukket at den kontinuerlige vannfase er mest mulig stillestående i den øvre vannseksjonen 8a. Dette kan best oppnås ved å anordne en plate 18 som helt eller delvis tetter mellom syklonene og tankveggen ved for eksempel

- 5 distribusjonskammeret 13 øvre eller nedre kant slik som illustrert i Figur 6, 7 og 8. Ved å isolere tankens øvre vannseksjon 8a fra tankens nedre vannseksjon 8b med en tettsluttende plate 18 vil det kun utveksles vann mellom de to seksjonene gjennom syklonenes topputløp 17. I en foretrukket anvendelse av oppfinnelsen har en ved et slikt arrangement muligheten til å la en kontrollert mengde av den kontinuerlige vannfasen strømme opp sammen med gassen og den dispergerte
- 10 oljefasen gjennom syklonrørenes 15 topputløp 17 for på denne måten å bedre separasjonseffektiviteten og derved få fjernet mest mulig av den dispergerte oljen.

Som en alternativ løsning til å isolere tanken væskevolum i to seksjoner 8a og 8b med en tettsluttende plate 18 kan det nedre væskeutløpet 16 til syklonrørene 15 føres sammen i en manifold og kobles direkte til tankens 1 nedre utløpsstuss 3.

- 15 I en foretrukket utførelse fjernes oljeskiktet 10 kontinuerlig eller periodevis ved å la oljeskiktet 10 samt deler av den kontinuerlige vannfasen strømme i et overløp 12 og føres ut av tanken 1 i et eget utløp 5 slik som vist i Figur 5 og 8. Overløpsplaten 12 kan utelates slik som illustrert i Figur 6, men en må med en slik løsning tillate at en større andel av den kontinuerlige vannfase strømmer ut av tanken sammen med den dispergerte oljefase.

- 20 Et slikt system som beskrevet kan kontrolleres på en rekke forskjellige måter hvor det i det etterfølgende gis noen eksempler som ikke begrenser anvendelsen av oppfinnelsen,

- Et første eksempel på kontrollmetode av et slikt system kan være å anvende en ventil arrangert på rørstrekket nedstrøms gassutløpets rørstuss 4 til å kontrollere trykket i separatoren som måles med en trykksensor. Videre anvendes en ventil arrangert på rørstrekket nedstrøms vannutløpets rørstuss
- 25 3 til å kontrollere væsknivået i separatoren som måles med en nivåmåler. Mengden av dispergert olje og vann som føres ut av utløpet 5 måles ved en egen volumstrømmåler og kontrolleres med en ventil som begge er arrangert på rørstrekket nedstrøms utløpet 5. Om en overløpsplate 12 anvendes kan en i stedet for å kontrollere nivået i tanken, kontrollere nivået i overløpet. Som tidligere nevnt vil bruk av en overløpsplate 12 eller liknende overløpsarrangement kunne bidra til å minimalisere
- 30 mengden av vann som følger med den dispergerte olje ut av utløpet 5.

- Et andre eksempel på kontrollmetode av et slikt system kan være å anvende en ventil arrangert på rørstrekket nedstrøms gassutløpets rørstuss 4 til å regulere trykket i separatoren som måles med en trykksensor, tilsvarende som for første eksempel. Tilsvarende som for første eksempel er det hensiktsmessig i tillegg å anvende en ventil arrangert på rørstrekket nedstrøms vannutløpets rørstuss
- 35 3 til å regulere væsknivået i separatoren som måles med en nivåmåler. Det anvendes en

overløpsplate 12 eller liknende overløpsarrangement. Nivået i overløpet, som måles med en egen nivåmåler, reguleres med en ventil som er arrangert på rørstrekket nedstrøms utløpet 5. Det er fordelaktig, men ikke nødvendig, å også måle volumstrømmen av væske som strømmer ut av utløpet 5 med en volumstrømmåler som også er arrangert på rørstrekket nedstrøms utløpet 5.

- 5 Informasjon fra volumstrømmåleren kan anvendes til å sette det optimale nivå i tanken 1 som kontrollsystemet for nivåmålingene i tanken skal søke å instille seg på. Et slikt kontrollsystem som beskrevet vil bidra til å minimalisere mengden av vann som følger med den dispergerte olje ut av utløpet 5.

- 10 Et tredje eksempel på kontrollmetode av et slikt system kan være å anvende en ventil arrangert på rørstrekket nedstrøms gassutløpets rørstuss 4 til å kontrollere trykket i separatorens som måles med en trykksensor, tilsvarende som for første og andre eksempel. Informasjon fra to trykksensorer, hvor den ene sensoren måler trykkdifferansen mellom tanken's 1 innløpsstuss 2 og trykket separatorens nedre væskeseksjon 8b og den andre sensoren måler trykkdifferansen mellom tanken's 1 innløpsstuss 2 og trykket separatorens øvre væskeseksjon 8a, anvendes til å regulere en ventil  
15 arrangert på rørstrekket nedstrøms vannutløpets rørstuss 3. Et slikt system krever at det er anordnet en tettsluttende plate mellom syklonarrangementet og tankveggen slik at nedre væskeseksjon 8b kun kan kommunisere med øvre væskeseksjon 8a gjennom syklonrørene 15. Den styrende parameteren vil være forholdstallet mellom de to differansetrykkene som skal søkes holdes konstant lik en forutbestemt verdi. For en gitt syklongeometri vil de fysiske lover medføre at det  
20 strømmes en forutbestemt prosent andel av den totale væske ut av syklonrørenes 15 øvre utløp 17, uavhengig av den totale væskemengde som fødes til syklonrørene 15. Væsknivået i tanken kontrolleres med en ventil som er arrangert på rørstrekket nedstrøms utløpet 5

- 25 Den dispergerte oljefase kan også føres ut sammen med gassen og deler av vannet i en felles rørstuss 4 slik som illustrert i Figur 7. I en slik utførelse vil det ikke nødvendigvis forligge en definert gasskappe 9 øverst i tanken da dette vil være avhengig av hvor langt ned i tanken rørstussen 4 stikker. Et slikt system som beskrevet kan kontrolleres på en rekke forskjellige måter hvor det i det etterfølgende er gitt noen eksempler som ikke begrenser rekkevidden av oppfinnelsen,

- 30 Et første eksempel på kontrollmetode av et slikt system kan være å holde trykket i tanken konstant ved å måle trykket i tanken og bruke denne måleparameteren til å regulere åpningsgraden på en ventil som er arrangert på rørstrekket nedstrøms vannutløpets rørstuss 3.

Gass og væske vil strømme ut av rørstuss 4 til en nedstrøms tank som opereres på et gitt trykk for videre behandling. Ytterligere regulering av flotasjonsseparatoren vil ikke være nødvendig.

- 35 Et andre eksempel på kontrollmetode av et slikt system kan være å måle gass-/væskesammensetningen på rørstrekket nedstrøms utløpsstussen 4 ved for eksempel bruk av en radioaktiv kilde- og mottaker og bruke denne måleparameteren til å regulere åpningsgraden på en

ventil som er arrangert på rørstrekket nedstrøms vannutløpets rørstuss 3. Som for første eksempel strømmer gass og væske ut av rørstuss 4 til en nedstrøms tank som opereres på et gitt trykk for videre behandling. En slik kontrollmetode vil gi en bedre kontroll av mengden vann som strømmer ut sammen med gassen og den dispergerte fasen enn hva tilfellet er for det første eksemplet.

- 5 Et tredje eksempel på kontrollmetode av et slikt system kan være å anvende informasjon fra to trykksensorer, hvor den ene sensoren måler trykkdifferansen mellom tanken's 1 innløpstuss 2 og trykket separatorens nedre væskeseksjon 8b og den andre sensoren måler trykkdifferansen mellom tanken's 1 innløpstuss 2 og trykket separatorens øvre væskeseksjon 8a, til å regulere en ventil  
10 arrangert på rørstrekket nedstrøms vannutløpets rørstuss 3. Et slikt system krever at det er anordnet en tettsluttende plate mellom syklonarrangementet og tankveggen slik at nedre væskeseksjon 8b kun kan kommunisere med øvre væskeseksjon 8a gjennom syklonrørene 15. Den styrende parameteren vil være forholdstallet mellom de to differansetrykkene som skal søkes holdes konstant lik en forutbestemt verdi. For en gitt syklongeometri vil de fysiske lover medføre at det strømmer en forutbestemt prosent andel av den totale væske ut av syklonrørenes 15 øvre utløp 17  
15 og videre ut av tanken's 1 øvre utløp 4, uavhengig av den totale væskemengde som fødes til syklonrørene 15. Som for de øvrige eksempler strømmer gass og væske ut av rørstuss 4 til en nedstrøms tank som opereres på et gitt trykk for videre behandling.

- Foregående eksempler er illustrert med en vertikal- anordnet tank, men forøvrig kan enhver utførelse av tanken anvendes som for eksempel en kuleformet, rektangulær eller horisontal tank slik  
20 som vist i Figur 8. Om mediene som skal separeres ikke er skadelige for miljøet kan også en åpen tank anvendes slik at gassen ventileres direkte til atmosfære, eventuelt etter først å ha blitt behandlet i et renseanlegg.

### Sammenlikninger med kjent teknologi

- I og med at sentrifugalkraften som oppnåes er invers proporsjonal med tankens diameter, så vil en  
25 kunne påtrykke større sentrifugalkrefter ved bruk av et syklonarrangement i henhold til oppfinnelsen enn hva tilfellet er om hele tanken anvendes som syklon slik tilfellet er i henhold til kjent teknologi. Videre er den radielle distansen som gassboblene må tilbakelegge proporsjonal med tankens diameter, og således vesentlig mindre ved bruk av et syklonarrangement i henhold til oppfinnelsen enn hva tilfellet er om hele tanken anvendes som syklon. Totalt sett bidrar dette at det  
30 vil kunne oppnåes en mer effektiv flotasjon ved bruk av et syklonarrangement i henhold til oppfinnelsen.

En annen vesentlig fordel er at syklonarrangement i henhold til oppfinnelsen kan installeres i eksisterende tanker.

I og med at sykloninnløp i henhold til kjent teknologi har sitt gassutløp over den fri væskeoverflate

- vil det være vanskelig under kontrollerte betingelser å føde væske sammen med oppkonsentrert dispergert fase ut av syklonens topp utløp, spesielt når avstanden fra øvre kant av syklonen topputløp og den fri væskeoverflate øker som følge av normal nivåregulering i tanken. For et syklonarrangement i henhold til oppfinnelsen hvor syklonens topputløp er dykket vil dette ikke
- 5 være tilfelle da differansetrykket mellom innløpet og utløpet til syklonens topputløp vil være upåvirket av væsknivået i tanken.





**Patentkrav**

1. Flotasjonsseparator for separasjon av en dispergert væskefase og/eller partikulært materiale fra en kontinuerlig væskefase inneholdende fri gass omfattende; en åpen eller lukket tank (1) som under bruk vil inneholde en akkumulert mengde av den kontinuerlige væskefase og som er utstyrt med minst en innløpsstuss (2) som føder den innkomne blanding via minst ett distribusjonskammer (13) til minst ett hovedsakelig vertikalt anordnet syklonrør (15) som er utstyrt med et virveldannende innløp (14), et nedre utløp (16) som leder den i hovedsak kontinuerlige væskefase ut av syklonrøret (15) og et øvre utløp (17) som leder gass, den dispergerte væskefase og/eller partikulært materiale samt deler av den kontinuerlige væskefase ut av syklonrøret (15), karakterisert ved at det øvre utløp (17) er anordnet på et nivå som under bruk er helt eller delvis omgitt av den i separatoren akkumulerte mengde av den kontinuerlige væskefase.
2. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 1, karakterisert ved at det øvre utløp (17) er representert ved en åpen ende av et utløpsrør (19) som kommuniserer med syklonrørets (15) indre hulrom.
3. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 1 og 2, karakterisert ved at det øvre utløp (17) er representert ved slisser eller perforeringer (20) som har en vertikal utstrekning nær den øvre ende av et utløpsrør (19) som kommuniserer med syklonrørets (15) indre hulrom.
4. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 1, karakterisert ved at den i separatoren akkumulerte mengde av kontinuerlig væskefase er inndelt i en øvre seksjon (8a) som omgir det minst ene syklonrørets (15) øvre utløp og en nedre seksjon (8b) som omgir det minst ene syklonrørets (15) nedre utløp (16), idet øvre seksjon (8a) og nedre seksjon (8b) kun kommuniserer med hverandre gjennom det minst ene syklonrør (15).
5. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 1 og 4, karakterisert ved at det er arranger en helt eller delvis tettsluttende plate (18) mellom distribusjonskammer eller -kamre (13) og tankens (1) innvendige vegger,
6. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 1 og 4, karakterisert ved at det er arranger en helt eller delvis tettsluttende plate (18) mellom det minst ene syklonrør (15) og tankens (1) innvendige vegger,

7. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 1 og 4,  
karakterisert ved at det er arranger en helt eller delvis tettsluttende plate (18) mellom det øvre  
utløpsrør (19) og tankens (1) innvendige vegger,

5

8. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 1,  
karakterisert ved at det er arranger en helt eller delvis tettsluttende plate (18) mellom det øvre  
utløpsrør (19) og tankens (1) innvendige vegger,

10

9. Flotasjonsseparator som angitt i et hvilket som helst av de foregående patentkrav,  
karakterisert ved at den omfatter et flertall i hovedsak parallelle syklonrør (15) som mates via ett  
felles distribusjonskammer (13) eller av et flertall separate distribusjonskamre (13).

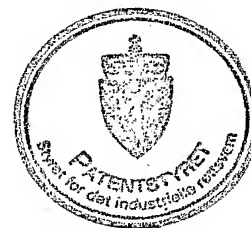
15

10. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 9,  
karakterisert ved at antallet syklonrør (15) i én separator er minst 3 og mer foretrukket minst 6.

20

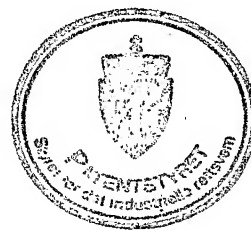
11. Flotasjonsseparator som angitt i et hvilket som helst av de foregående patentkrav,  
karakterisert ved at den omfatter en særskilt utløp (5) for den dispergerte væskefase eller det  
partikulære materiale.

12. Flotasjonsseparator som angitt i patentkrav 11,  
karakterisert ved at det særskilte utløp (5) er anordnet bak en overløpsplate (12).

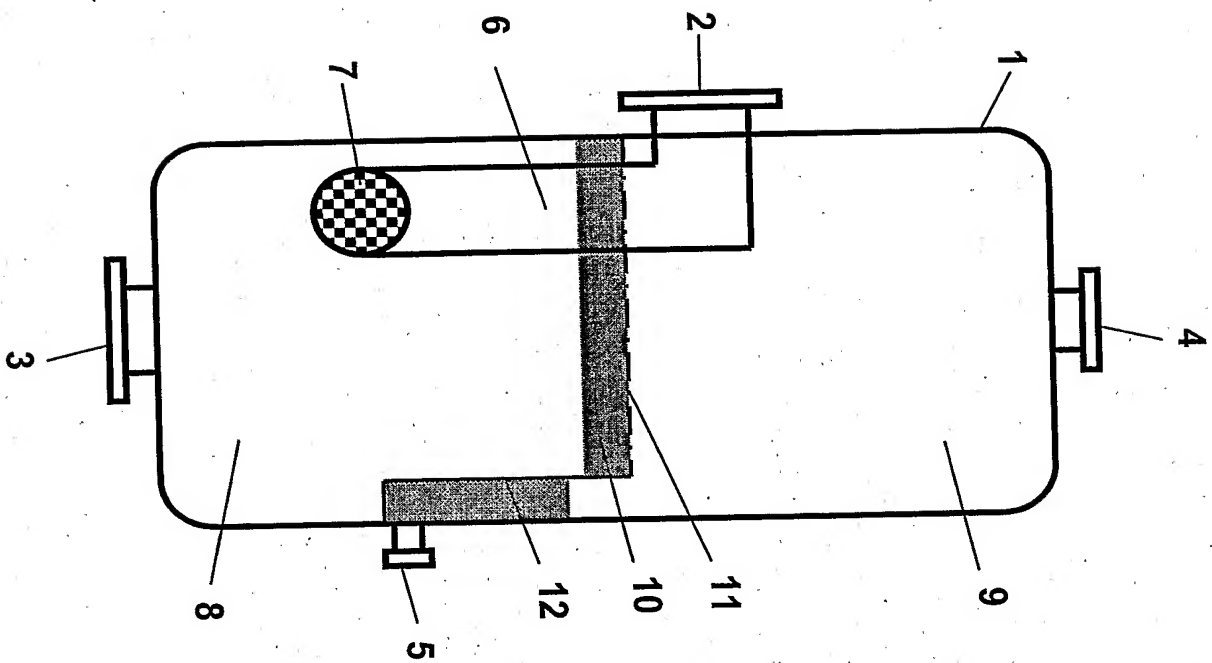


**Sammendrag**

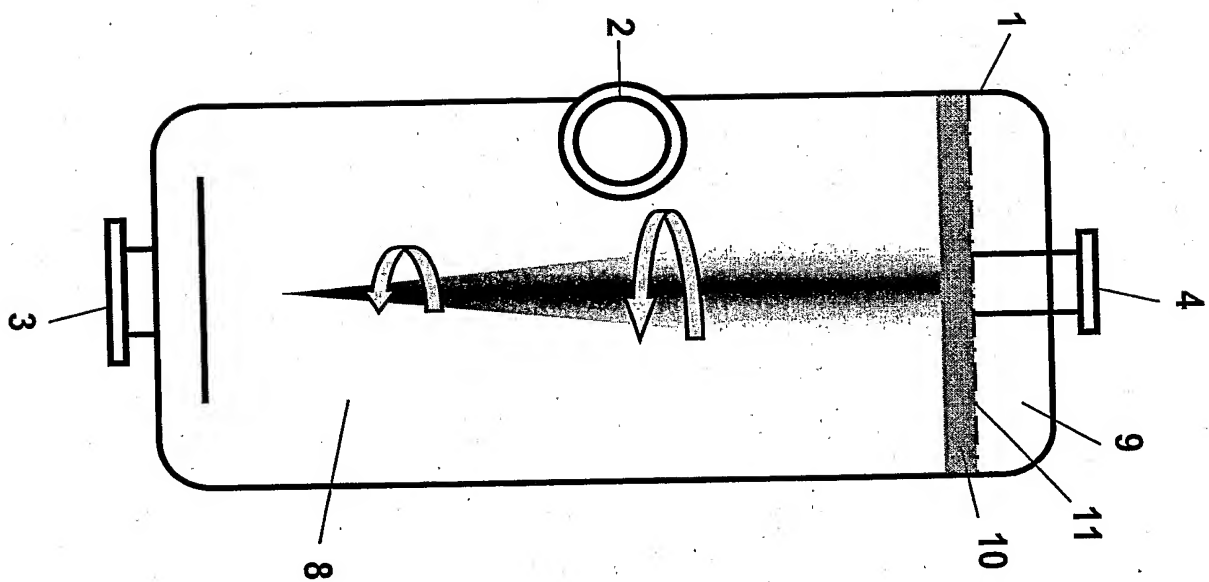
5 Flotasjonsseparator for separasjon av en dispergert væskefase og/eller partikulært materiale fra en kontinuerlig væskefase inneholdende fri gass omfattende; en åpen eller lukket tank (1) som er helt eller delvis væskefylt og som er utstyrt med en eller flere innløpstusser (2) som føder den innkomne blanding via et eller flere distribusjonskammer (13) til ett eller flere hovedsakelig vertikalt anordnede sykklørør (15). Hvert sykklørør (15) er utstyr med et virveldannende innløp (14), et nedre utløp (16) som leder den i hovedsak kontinuerlige væskefase ut av sykklørøret (15) og et øvre utløp (17) som leder gass, den dispergerte væskefase og/eller partikulært materiale samt 10 deler av den kontinuerlige væskefase ut av sykklørøret (15). Separatoren ifølge oppfinnelsen er kjennetegnet ved at det øvre utløp (17) på sykklørøret eller rørene(15) er helt eller delvis dykket i den kontinuerlige væskefase.



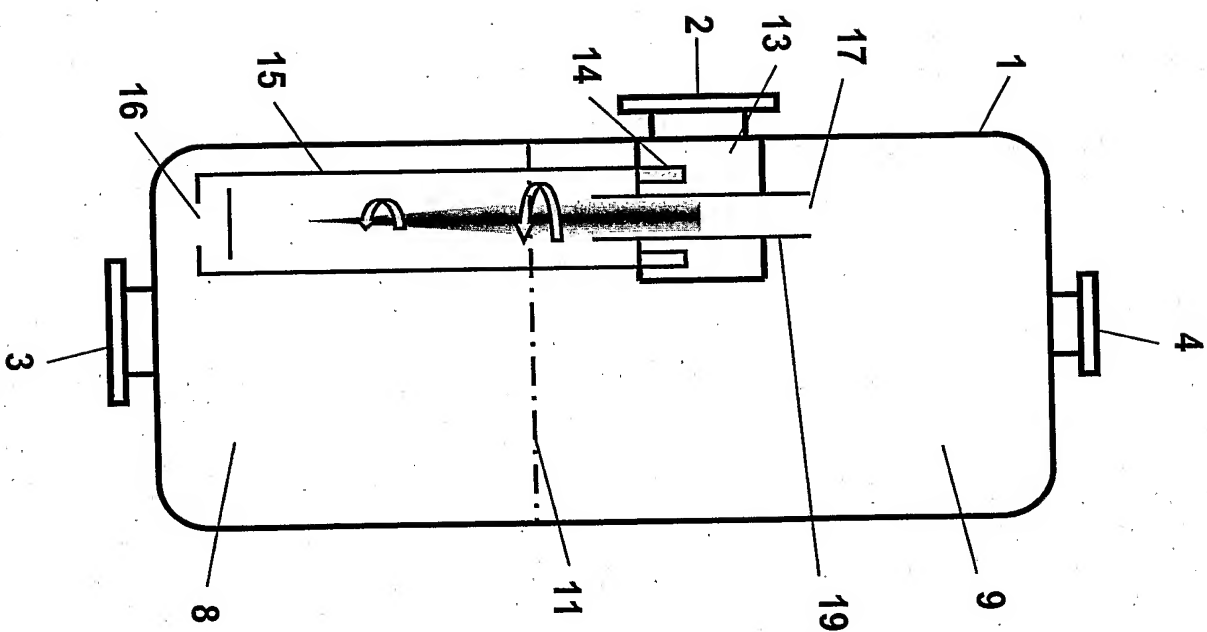
Figur 1



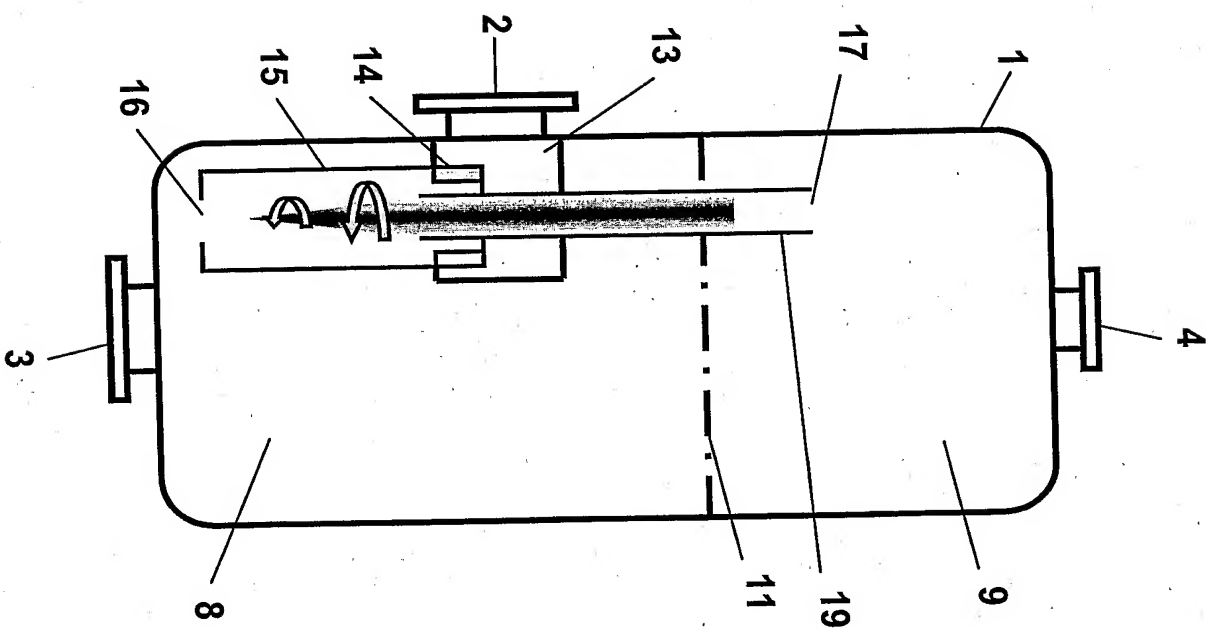
Figur 2



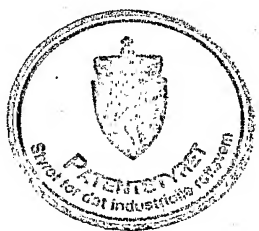
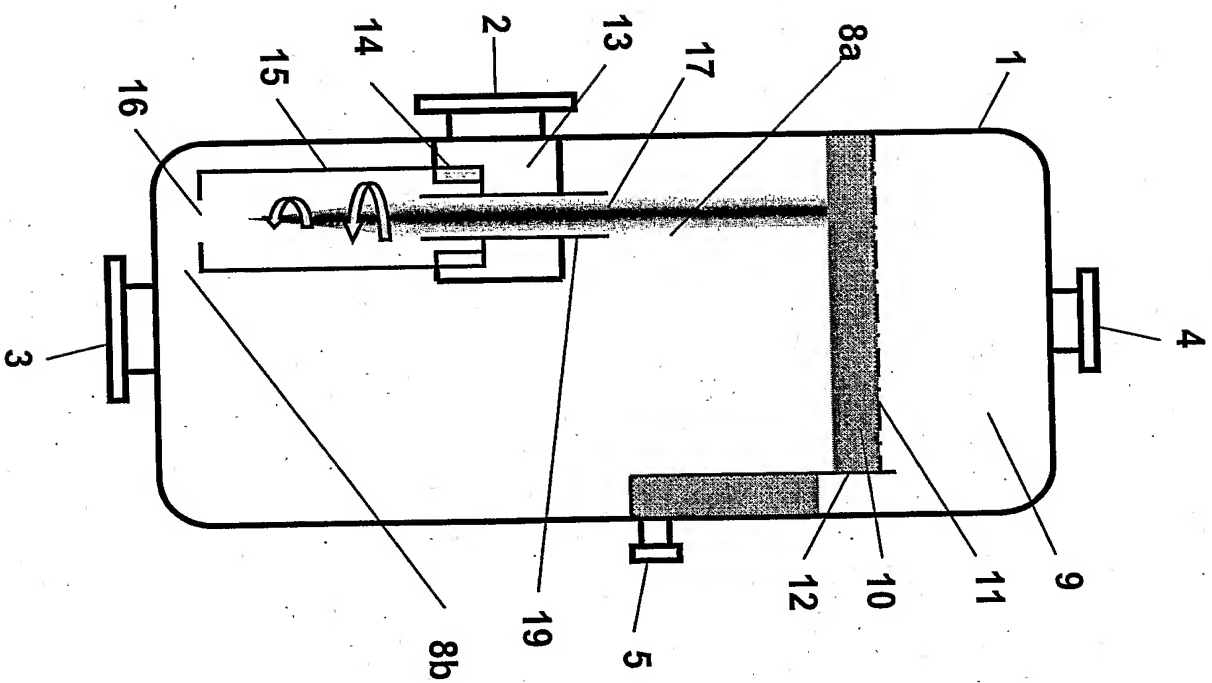
Figur 3



Figur 4

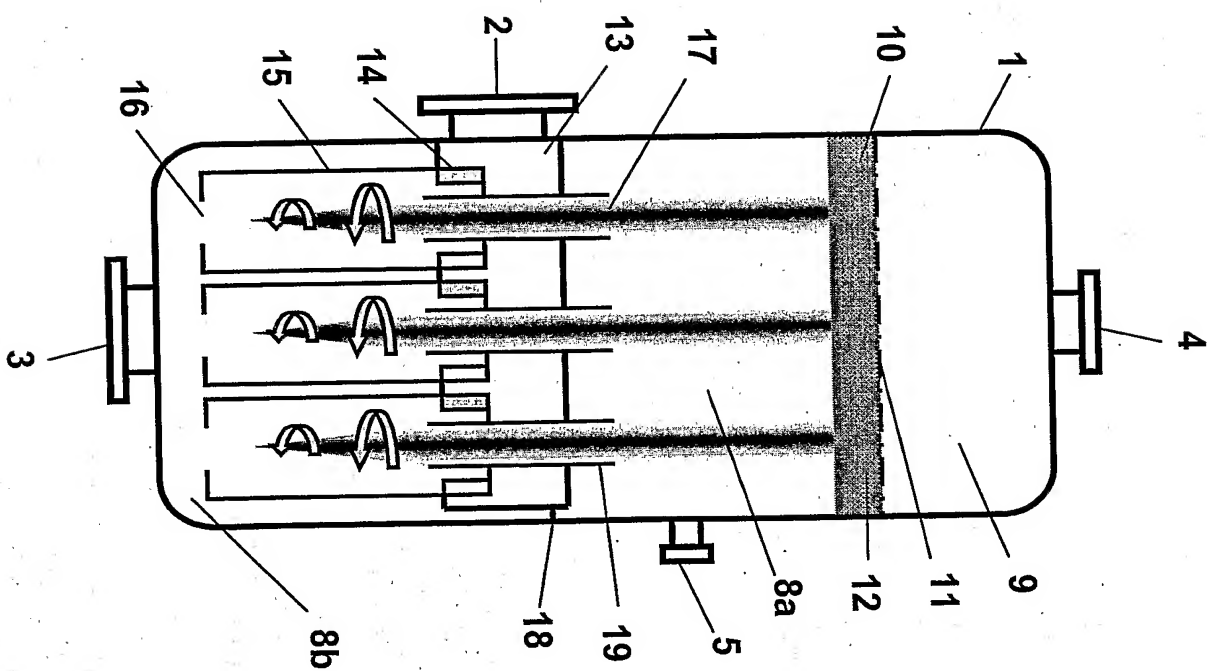


Figur 5





Figur 6



Figur 7

